

Title	将棋課題処理とアルファ波ピーク周波数の変化
Author(s)	苧阪, 満里子
Citation	大阪外国語大学学報. 76(3) p.17-p.31
Issue Date	1988-11-30
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/81209
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

将棋課題処理とアルファ波ピーク周波数の変化

亭 阪 満里子

Peak alpha frequency shifts during shogi tasks

Mariko OSAKA

7 Shogi experts were examined under two kinds of shogi tasks. One was sashi-shogi memory task, and the other was tsume-shogi task. Peak alpha frequencies of EEG power spectrum were measured while the subjects performed both kinds of tasks. The results showed that the peak alpha frequency critically shifted toward the higher frequencies under sashi-shogi task.

However, as the experiment went on, the peak frequency decreased in shogi pattern condition, whereas increased in random pattern condition. During tsume-shogi task, the peak alpha frequency increased as the task difficulty of tsume-shogi task increased. Moreover, hemispheric differences were found as the task difficulty increased.

チェス、碁や将棋のエキスパートは様々な指し手に習熟している。時には、チェスに熟達した少年が、対戦相手が大学生であろうとも、相手が初心者であればいとも簡単に勝負を決めることもある。また、少年の名人ともなると、10人程の年長者を相手に同時にゲームを展開しても、一瞬にして、それぞれのゲームの場面を認知して対応した指し手を打つことができる。このような、ある特定の領域における、長期間の学習により獲得された優れた技能と多くの知識に習熟した熟達者（エキスパート）と、まだ学習が未熟の段階にある初心者との間にはどのような差が見られるのであろうか。

このような疑問に対して、de Groot (1965, 1966) は、チェスのエキスパートと初心者の指し手の差を検討してみた。その結果、エキスパートの指す手は初心者の指し手よりはるかに優れてはいるが、打つ前に考える指し手の数は両者でほとんど差は無く、目立った違いは認められなかった。ところがチェス盤上の駒の配置パターンを記憶する実験を工夫したところ、両者の間に顕著な差がみられることを見出した。そこでは、チェスのゲーム場面に基づいて構成された駒のパターンを両被験者に5秒間だけ呈示した後、そのチェスの陣形が取り去られた。それぞれの被験者は、記憶した陣

形のとうり駒の再生を求められた。その結果、下手な被験者は全部で4ないし5個の駒しか再生できなかったが、エキスパートの被験者は20個以上の駒を正しく再生することができた。

通常、成人の記憶範囲については7プラスマイナス2と考えられている (Miller, G. A., 1956) チェスのエキスパートに見られる記憶容量は記憶範囲をはるかに超えるものである。従って、エキスパートはチェスの駒を独立して記憶しているのではなく、数個の駒をひとまとまりとしたチェスの陣形を多数維持していたと推察され、このようなひとまとまりの陣形はチャンク (chunk, Miller, 1956) をなしていたものと考えられた。

このようなチェスのエキスパートが用いるチャンクの性質をさらに詳細に調べるため、Chase & Simon (1973) も、チェスのエキスパートと中程度の習熟者と初心者らを被験者として2種類の実験を行った。その1つは、知覚実験でありそこではチェスボードの再構成が行われた。被験者の課題は、ターゲットボード上に並べられた駒の配置をその通りテストボード上に並べるだけのことであった。従って、被験者はターゲットボードを一瞥してはテストボード上に幾つか駒を並べ、また、ターゲットボードを見るといった動作を繰り返すこととなる。彼等は、このような被験者の一回に動かす駒のまとまりをチャンクと考えた。そして、エキスパートの場合には、このチャンクがゲームに度々出現するステレオタイプの駒パターン配置と等しい傾向があることを見出した。また、一つのチャンクに含まれる駒の数は、初心者よりもエキスパートの方が多く、チャンクサイズもエキスパートの方が大きいことを、さらに、一つのターゲットボード上から知覚されるチャンクの数もエキスパートの方が初心者よりも多いことを確認した。

他の1種類の課題は記憶実験であり、方法はde Grootと同じであるが再生がほぼ完全になるまで数試行繰り返し行われた。その結果、初めての試行で再生できた駒の数はエキスパートの方がはるかに多く、駒をほとんど完全に再生するまでに要した試行数は初心者が最も多かった。しかし、駒の配置がチェスのゲームに当てはまらないランダムな場合には結果は異なった。というのは、ランダムな場合にはエキスパートと初心者との間では、再生できる駒の数も大部分を再生するのに必要であった試行数にも差は認められなかったのである。

このような実験結果から、チェスのエキスパートは、駒のパターンを知覚したり記憶する際に、駒をひとまとめにしてチャンク化することがわかる。そして、彼等は、距離の近い駒や、形の同じ駒を単純にまとめるのではなく、ゲームの展開に見られる駒同志の関係を一瞬に見て取りそれらをチャンク化するのである。

チェスのエキスパートは、50000種類ものチェスパターンを記憶していると言われている (Simon & Gilmarin, 1973)。従って、彼等は、そのようなパターンをチェスボード上で一瞬にして認知できるのであろう。上記の実験で、エキスパートの成績が良かったのは主にこのような能力によるものと思われる。

チェスの他に碁のエキスパートについても同様の記憶実験が行われている。Reitman (1976) は、碁のエキスパートと初心者を被験者として碁盤パターンの記憶再生を行わせた。その結果、碁のエキ

スパートは、初心者よりもはるかに多くの碁石を正確に再生することができた。また、Eisenstadt & Kareev (1975) は、ある碁の局面とそれを90度回転したパターンとを刺激として、碁盤上の石の記憶実験を行った。被験者にパターンをみせる時、1つの局面は囲碁をしている場面であるとし、もう一つは五目ならべをしている場面であると教示した。その結果、被験者は、囲碁と教示された時には囲碁の局面で重要な石の配置を、五目ならべの時には五目ならべの場面として重要な石の配置がより正確に記憶されていることがわかった。

さて、将棋のエキスパートも、チェスや碁のエキスパートと同様に、駒の配置パターンを非常に多く記憶することができる。彼等は100手以上にもなる一局を、1手目から指了図までを間違いなく記憶していることもある。将棋のエキスパートが局面を記憶する場合にも、上述のチェスや碁のエキスパートと同じような手続きを用いているのであろうか。対局の場面ではどうであろうか。また、そのような場面での処理過程は生理学的反応にどのような変化を及ぼすのであろうか。

筆者は、計算や空間課題を用いて知的課題遂行中にアルファ波ピーク周波数が安静時と比較して高くなることを報告した(荻阪, 1979)。そのような課題と同様に、将棋の対局面においてもアルファ波変化が認められるのであろうか。

そこで、ここでは、将棋エキスパートの駒の記憶と対局面での方略の認知処理過程を検討するため、2種類の課題を用いて実験を行った。また、将棋課題遂行中に脳波の測定を行い、そのアルファ波ピーク周波数の変化について検討を行った。

方法

被験者：

被験者は7人の男子大学生と社会人の将棋エキスパートを用いた。被験者の6名は京都大学の将棋クラブに属しており、また1名はそのOBであった。被験者の3名は学生将棋大会の上位入賞者である。また、被験者はいずれも右利き手であった。

手続き：

実験は、(1)指将棋課題と(2)詰将棋課題の2課題について行われた。また、この他に閉眼安静条件を課題の試行前と試行後にそれぞれ2分間づつ行った。指し将棋課題と詰将棋課題の試行順序および下記の両課題のそれぞれの条件の試行順序は被験者でランダムとした。また、被験者は全ての条件を終了した後に各課題条件について7段階の困難度評定を行った(最も困難なものを7とし、最も容易なものを1とした)。

指将棋課題：

将棋パターン条件：将棋の名人戦の記録(第27回NHK杯戦53年1月30日。先手名人中原誠、後手5段(現8段)淡路仁茂、119手にて先手勝ち)に基づいて対局通りの駒の動きを読上げた。まず、先手の動き(例えば、7六歩)次に後手の動き(例えば、3四歩)さらに先手の動き(例えば、2

六歩) というように、先手が40手と後手が40手で合せて80手の動きが読上げられた。そして、80手の動きの後の駒の配置は図1に示すものとなった。



図1：指将棋課題の将棋条件の最終盤面図

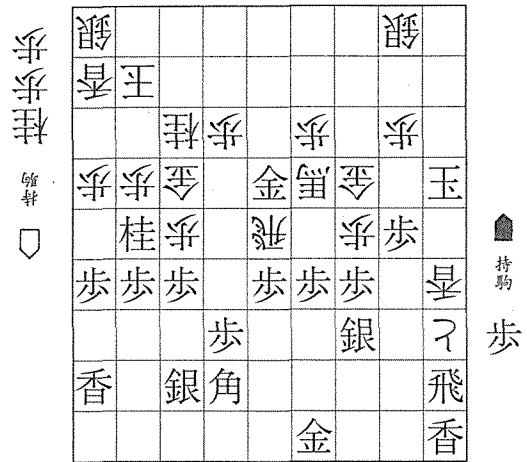


図2：指将棋課題のランダム条件の最終盤面図

被験者は、閉眼状態で、イヤホンから聴かされる駒の動きを記憶するように教示された。また、聴き終わった後で駒の最終の配置を再生するよう求められた。駒の動きは、一つの動きが約10～12秒間に2回繰り返して読上げられた。従って、1セッションには約15分を要した。

ランダムパターン条件：将棋の駒の動きの規則に従ってはいるものの、試合を無視したランダムな駒の動きが、先手と後手それぞれ40手ずつ全体で80手に渡り読上げられた。最終の駒の配置を図2に示す。

詰将棋課題：

詰将棋課題では、7手詰め、9手詰め、11手詰めの3種類の課題が行われた。被験者にはそれぞれの手詰にいたる直前の局面が口頭により与えられた。被験者には閉眼状態で手詰めを考え詰め手がわかるとそれをできるだけ速く報告するよう教示が与えられた。直前の局面を聴いてから詰め手を報告するまでの時間が各条件毎に測定された。局面の読上げは1回であった。

脳波測定：

脳波は後頭部位の O_1 、 O_2 と前頭部位の F_3 、 F_4 から測定された。脳波導出は Beckman 社製銀・塩化銀電極を用いて両耳朶との基準導出法により行われた。電極間抵抗はいずれも 5 K オーム以下であった。各部位の脳波は時定数0.3で増幅され、データレコーダに記録された。

脳波分析：

脳波のアナログデータは4ミリ秒毎に1回の割合で A/D 変換され、さらに周波数分析が行われた。パワースペクトルは約4秒の分析区間につき周波数分解能0.25 Hz で求められた。

結果

表1に被験者7名の指将棋の誤答数と詰将棋の所用時間を示す。将棋パターン条件では誤りの数は少なく、3名の被験者は駒のパターンを40個すべて完全に再生できた。それに対してランダム条件では、被験者の全てで誤答数が増えている。一方、詰将棋課題では、1名の被験者（被験者番号7）を除いて全ての被験者が正解を報告することができている。解答するまでに要した時間は7手、9手、11手と手の数が増えるに従って延長する傾向がみられている。

指し将棋および詰め将棋課題について被験者が行った困難度評定の結果を表2に示す。表から、指し将棋課題では、いずれの被験者もランダムパタンのほうが将棋パターンよりも評定値が高くなりより困難であると評定していることがわかる。さらに、詰め将棋課題では詰め手の数が増えるに従って評定値が高くなる傾向がみられ、より困難であると判断されたことがわかる。

表1 指将棋の誤答数と詰将棋の所用時間（秒）

被験者	指将棋		詰将棋		
	将棋	ランダム	7	9	11
1	0	11	8	56	44
2	0	2	11	51	100
3	0	11	29	140	211
4	1	8	46	236	202
5	1	16	85	130	183
6	4	11	148	187	355
7	7	12	72	—	—

表2 指将棋と詰将棋の困難度評定（7ポイント評定）

被験者	指将棋		詰将棋		
	将棋	ランダム	7	9	11
1	2	7	1	2	2
2	5	6	2	2	5
3	2	7	2	3	4
4	4	6	1	3	4
5	4	7	2	4	4
6	4	7	1	2	3
7	3	7	2	6	6

一方、課題条件下での被験者の脳波は、指し将棋課題条件の場合については閉眼安静条件と同様にアルファ波が明瞭に出現するのが認められた。これは、指し将棋の中でも将棋パタンの条件に一層顕著であった。図3に、被験者KTの後頭部位導出の脳波パワースペクトルの継時的変化の様子

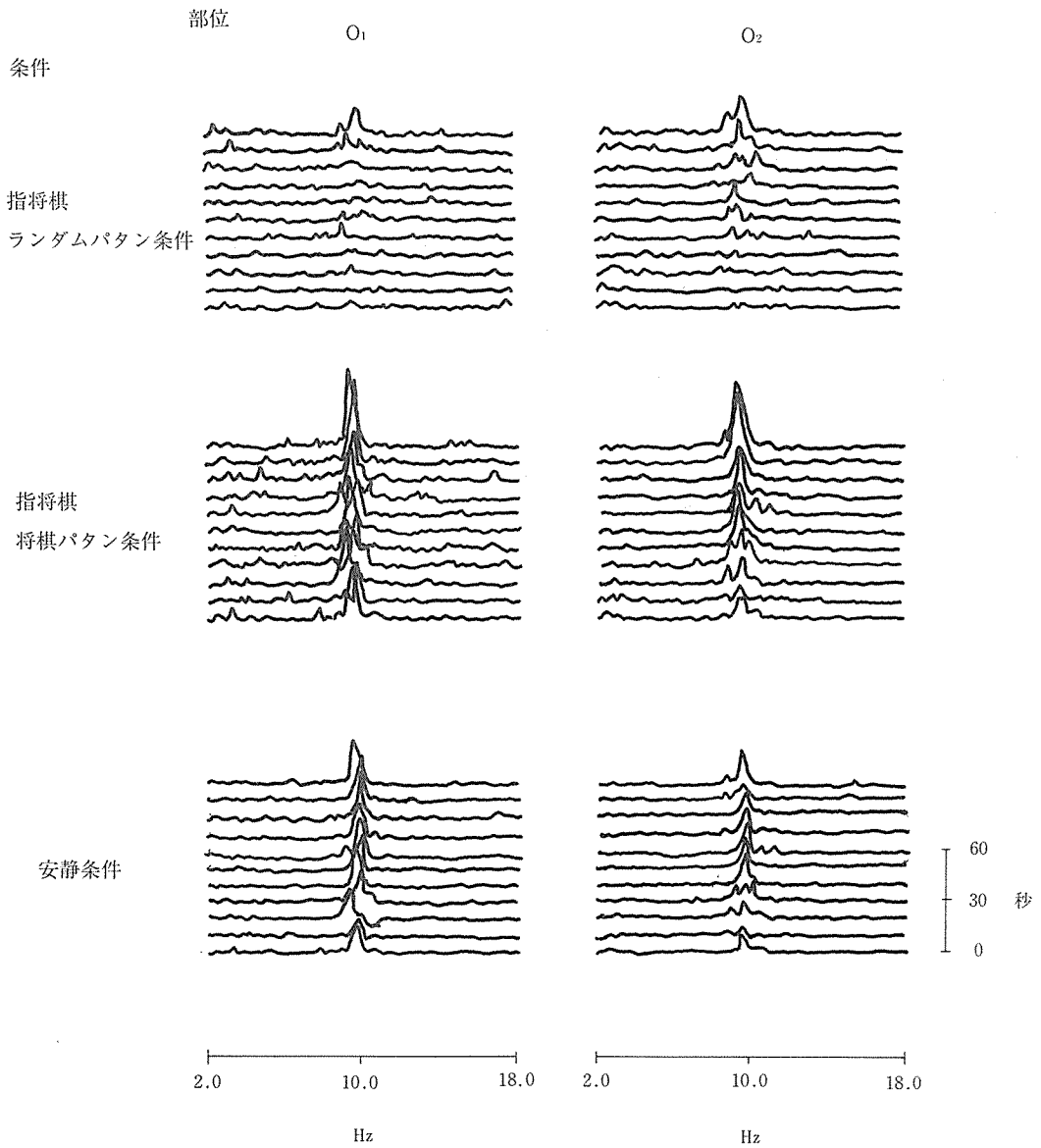


図3 指将棋課題のパワースペクトルの経時的変化 (被験者 KT)

を示す。下から順に安静閉眼条件、指し将棋課題の将棋パターン条件、そしてランダム条件である。また、左側が左後頭部位、右側が右後頭部位導出の脳波である。閉眼安静条件では、パワースペクトルの10 Hz 付近にピークの出現が見られている。また、将棋パターン条件でも、同様に10 Hz 付近のピークの出現が認められている。さらに、ピークのパワーについては閉眼安静条件よりも増強する傾向がみられる。一方、ランダム条件ではピークのパワーは減少していてピークの出現が認められないものもある。

パワースペクトルのアルファ波ピーク周波数の変化を調べるため、指し将棋課題の2つの条件について、読上げ開始後約40秒間の脳波から10区間のパワースペクトルを継時的に求めその加算値を求めた。アルファ波ピーク周波数はアルファ波帯域内（8～13 Hz）で最大のパワーを有する周波数とした。また、閉眼安静条件の脳波についても同様にアルファ波ピーク周波数値を求めた。そして、指し将棋課題の2つの条件のアルファ波ピーク周波数と閉眼安静条件のアルファ波ピーク周波数との差の値について検討を行った。

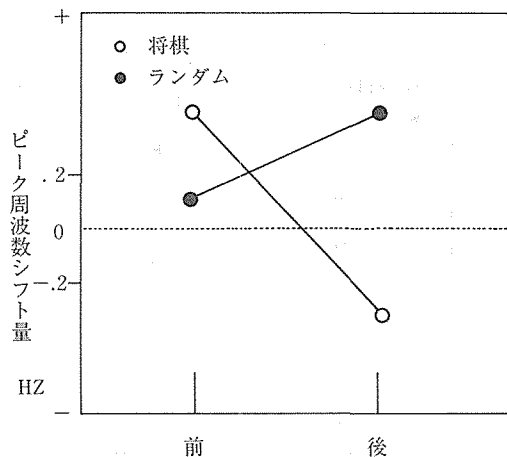


図4 指将棋課題での将棋条件とランダム条件の前半と後半におけるアルファ波ピーク周波数の変化

その結果、両条件とも読上げ開始とともにアルファ波ピーク周波数が高くなる傾向がみられた。この状態はしばらくの間持続する様子がみられた。しかし、読上げが進むにつれて両条件でピーク周波数の変化に違いが見られるようになった。即ち、将棋パターン条件では読み上げが進行してもアルファ波ピーク周波数はそれほど高くなる傾向が認められず、むしろ低下する場合も認められた。一方、ランダム条件では読上げが進むに連れて若干の高低はあるものの、ピーク周波数は増加する

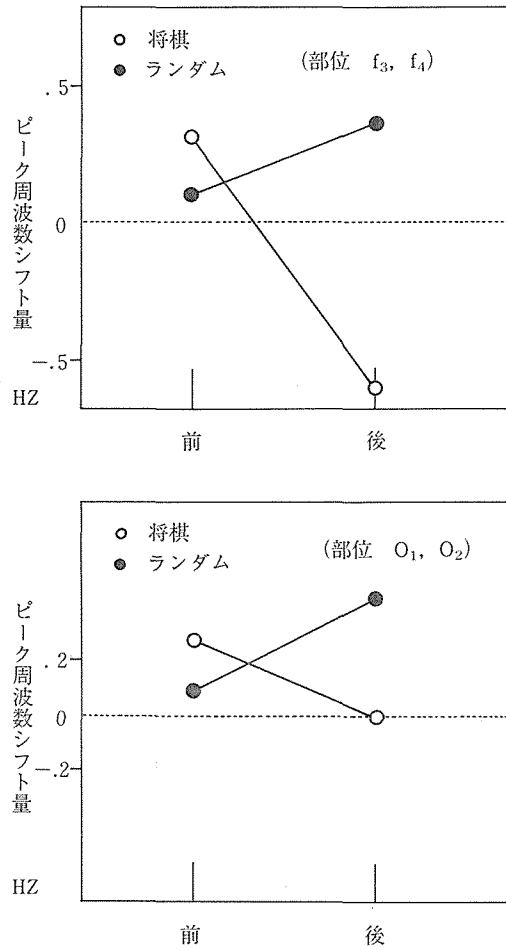


図5 指将棋課題での将棋条件とランダム条件の前半と後半におけるアルファ波ピーク周波数の変化上図は前頭部位、下図は後頭部位

傾向が認められた。

アルファ波ピーク周波数の読上げ開始後40秒間の変化と10分経過後の40秒間の変化を比較してみると図4のようになる。図4にみられるように、それぞれの条件で前半ではアルファ波ピーク周波数は安静条件よりも高くなっている。しかし、後半のアルファ波ピーク周波数は、ランダムでは安静条件よりも増加しているのに対して将棋パタンでは低下している。この様子を、導出部位毎にみると図5のようになる。後頭部位も前頭部位でも、前半では将棋パタンの方がピーク周波数が若干高いが後半になるとランダムパタンではピーク周波数が一層増加するのに対して、将棋パタンでは低下するのが確かめられる。この後半での低下傾向は前頭部位で一層明瞭である。

次に、詰将棋課題でのアルファ波ピーク周波数の変化を、表3に示す。

表3では、詰将棋の7手、9手、11手の解を出す直前40秒間の10区間のパワースペクトルの平均値から読取ったピーク周波数の、安静条件との差の値を示す。解答するまでの40秒以下の被験者の場合については、最低2区間のパワースペクトルの平均値とした。これより、手が増えるに従ってピーク周波数の値は高くなる傾向を示し、11手で最も高い値となっているのがわかる。また、左右半球差については、表3の7名の被験者の平均値からは、幾分差が見られているものもあるが、手の数の差により、また導出部位によっては逆の変化傾向がみられているところもある。この点について、各被験者毎に分析したものを図6に示す。横軸は詰将棋課題遂行中の時間的变化を、縦軸は左右半球差を、実線は後頭部位を点線は前頭部位を示す。縦軸は上方向へ行く程右半球のピーク周波数が高いことを、下方向へ行く程左半球のピーク周波数が高いことを示している。図6から、7手では半球差はほとんど見られないが、9手、11手となると時間の経過とともに半球差が出現してくるのがわかる。しかし、半球差は一定ではなく左半球で高くなる時もあれば、右半球で高くなる場合もある。また、被験者により半球差の高低があるのもわかる。

表3 詰め将棋課題のアルファ波ピーク周波数の変化

部位 \ 詰め手	7	9	11
O ₁	0.357	0.393	0.464
O ₂	0.214	0.321	0.429
F ₃	0.321	0.357	0.429
F ₄	0.321	0.357	0.464

考察

将棋エキスパートの指将棋課題での再生成績は予想していたように非常に良好であった。特に、将棋パタン条件では3名は40駒すべてを、2名は39駒を再生できており、最も成績が悪い被験者についても33駒の再生が可能であった。この再生数は、成人の記憶範囲をはるかに超えるものである。

将棋課題処理とアルファ波ピーク周波数の変化

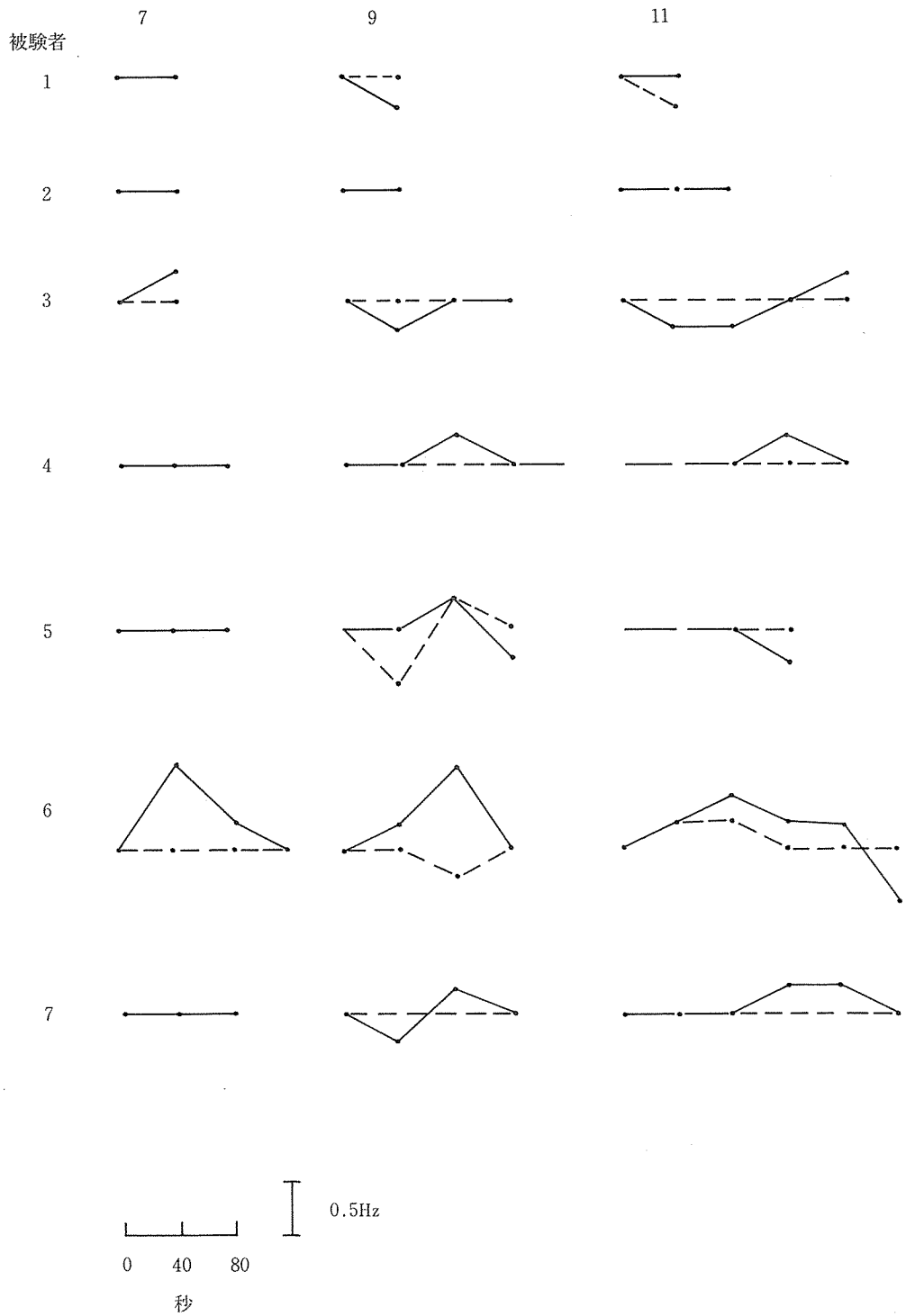


図6 詰将棋課題でのアルファ波ピーク周波数の左右半球差（右半球－左半球）

なお、実験に先立ち行われた予備実験の結果から、将棋経験が全くないか或いは初心者的大学生では今回の実験と同様の指将棋課題において正しく再生された駒の数は0～3駒であった。再生数は、将棋の経験と知識が増えるとともに増大する傾向がみられ、10駒以上に達する者もいた。しかし、いずれも30駒以上の再生数に達することはなかった。このような結果から、将棋エキスパートにみられた駒の再生は、記憶能力の差によるのではなく、豊富な知識と経験による将棋の手の記憶に基づくものと考えるのが順当であろう。将棋エキスパートは非常に多くの定跡を経験し、知識として蓄えているのである。

一方、指将棋のランダムボタン条件では、誤りの数は増加した。1名の被験者が2駒のみ誤りであったのを除いては、誤りの数が8～16駒まで増し、この数は将棋経験のある一般的大学生とあまり差がないものであった。この結果から、彼等に見られる記憶能力はあくまで特定の領域に特有のもの (domain specific) と考えられよう。そこでは、駒の動きをその通り記憶するのではなく、戦いの手の中の動きとしてとらえ理解しながら記憶していくものと思われる。このように、将棋エキスパートの記憶の仕方は、チェスや碁のエキスパートに見られたようなチャンク化が特徴的と考えられる。

さて、脳波のデーターから、指将棋課題では読上げが始まって脳波のアルファ波は安静条件と同様に明瞭に出現するが、パワースペクトルのピーク周波数は安静条件よりも高くなるのが確認できた。これは、計算や空間課題を行うとピーク周波数が高くなる結果 (荻阪, 1984) と一致するものである。ランダムボタン条件では、読上げが進行してもアルファ波ピーク周波数は高い状態が続き、後半になるとより高くなる傾向も見られた。しかし、これに対して、将棋ボタン条件では、前半はピーク周波数は高くなったのが、課題が進行してくるとともに徐々にピーク周波数が低くなる様子がみられた。そして、ピーク周波数は安静条件とほぼ等しくなり、さらに、安静条件よりも低下する傾向も観察された。指将棋課題では、読み上げが進むに連れて、記憶しなければならない駒の数はそれだけ増えるのであるから、課題の負荷はそれだけ大きくなるものと思われる。ランダムボタン条件では、この負荷の増大に従ってピーク周波数がより高い周波数へと推移したものと考えられる。しかし、将棋ボタン条件では、課題の負荷が増えたにも拘らずピーク周波数は逆方向へと推移した。

このようなアルファ波のピーク周波数が低い方向へ推移する傾向は、BGMを聴き流している場合にも報告されている。音楽をメロディや歌詞に注意しながら聴いている時には、ピーク周波数は安静時よりも高くなるが、適切な音量でBGMを聴いていると安静時よりも一層ピーク周波数が低くなる傾向が認められた (荻阪と梅本, 1980)。また、同様の变化傾向は禅の経験者にも認められる。即ち、禅の修行度が増すとアルファ波がより優勢に出現するようになり、アルファ波の周期の延長と振幅の増大がみられたと指適されている (Kasamatu & Hirai, 1960)。さらに、ヨガの瞑想深度によりアルファ波の出現状態に差異がみられ、経験者では、アルファ波の中心周波数が低くなり最大パワーも大きくなり、ともに安定することも報告されている (山崎, 1982)。

このような点から推察すると、将棋パタン時では読上げの進行とともに、エキスパートはより一層盤面に集中しているものと推察される。さらに、被験者自身がつくりだした安静の状態よりも一層深く心を鎮めた状態となっているものと思われる。

また、本実験の指将棋課題では、イメージの関与が推察される。

各将棋課遂行中のイメージの空間を知る手掛りのために、各課題条件終了後に将棋盤のどの範囲が明瞭にイメージ化できていたかを質問した。そして、被験者がイメージ化できた範囲の大きさを再生したものが図7である。指将棋課題ではいずれの被験者も将棋パタンの方がランダムパタンよりも、より広い範囲について将棋盤がイメージ化できていたことがわかる。また、誤答数の少ない被験者の方がより広い範囲が見えていたと報告しているのは興味深い。他方、詰将棋課題では、各被験者とも、将棋盤上の詰将棋の戦いが行われている箇所を特に鮮やかにイメージに描いているのがわかる。この結果から、将棋パタン課題の方がランダムパタン条件に比較して将棋盤のより広い範囲がイメージに描かれていたものと考えられる。また、いずれの被験者も、将棋パタン条件では、将棋盤より鮮やかにイメージできたと報告している。さらに、読上げが進むに連れて将棋の戦いの様子が理解できるようになり、そうなると盤面が一層安定してきたと述べている。

さて、イメージを想起するとともにアルファ波に変化の見られることは、以前から指摘されてきた。安静時脳波について、Walter 等は視覚イメージとのかかわりから M 型（アルファ波の出現の少ないタイプ）、P 型（アルファ波の持続するタイプ）と R 型（反応に対してアルファ波が減少したり、増強するタイプ）のタイプ分けがなされ、M 型が視覚イメージ優位、P 型は聴覚、運動イメージ優位のタイプであり、R 型は視覚、聴覚両イメージを用いるタイプであるとしたことはよく知られている（Golla, et al, 1943）。しかし、以後の研究では、アルファ波がイメージにより抑制されるのかされないのかという問題が扱われ、イメージの出現によりアルファ波が抑制され、イメージが鮮明である程その抑制は大きいとされる（Walter & Yeager, 1956）結果と、それを否定する結果とがある（Oswald, 1957）。この一致しない結果について、Costello（1957）では興味深いデータを提出している。そこでは、図形や写真を見た後でそのイメージを想起させる場合や日常の場面をイメージする場合について、それぞれのイメージの鮮明さとアルファ波の変化とが対照されている。その結果、イメージの鮮明さでは日常場面が最も鮮やかであると評定されたのに対して、アルファ波の抑制は図形や写真の記憶をイメージする場合に最も強くかった。この結果は、短期記憶にあるものをイメージ化する時にはアルファ波は抑制されるが、日常経験している光景をイメージに描くような場合には逆にアルファ波の増強をもたらすことを示唆している。

このような結果から、短期記憶にあるイメージを想起するには、イメージが不鮮明な場合程イメージを結びつけようとして緊張を強いられると考えられる。本実験のランダムパタンの場合には、通常の将棋の局面とは異なり、被験者は将棋の対局の時に用いる方略が適用できなくなり、駒をまとめてチャンク化することが困難となったものと思われる。そのため、駒の配置をイメージ化しようとしても、イメージが不鮮明となり、緊張状態をもたらしたものと推察される。そして、このよう

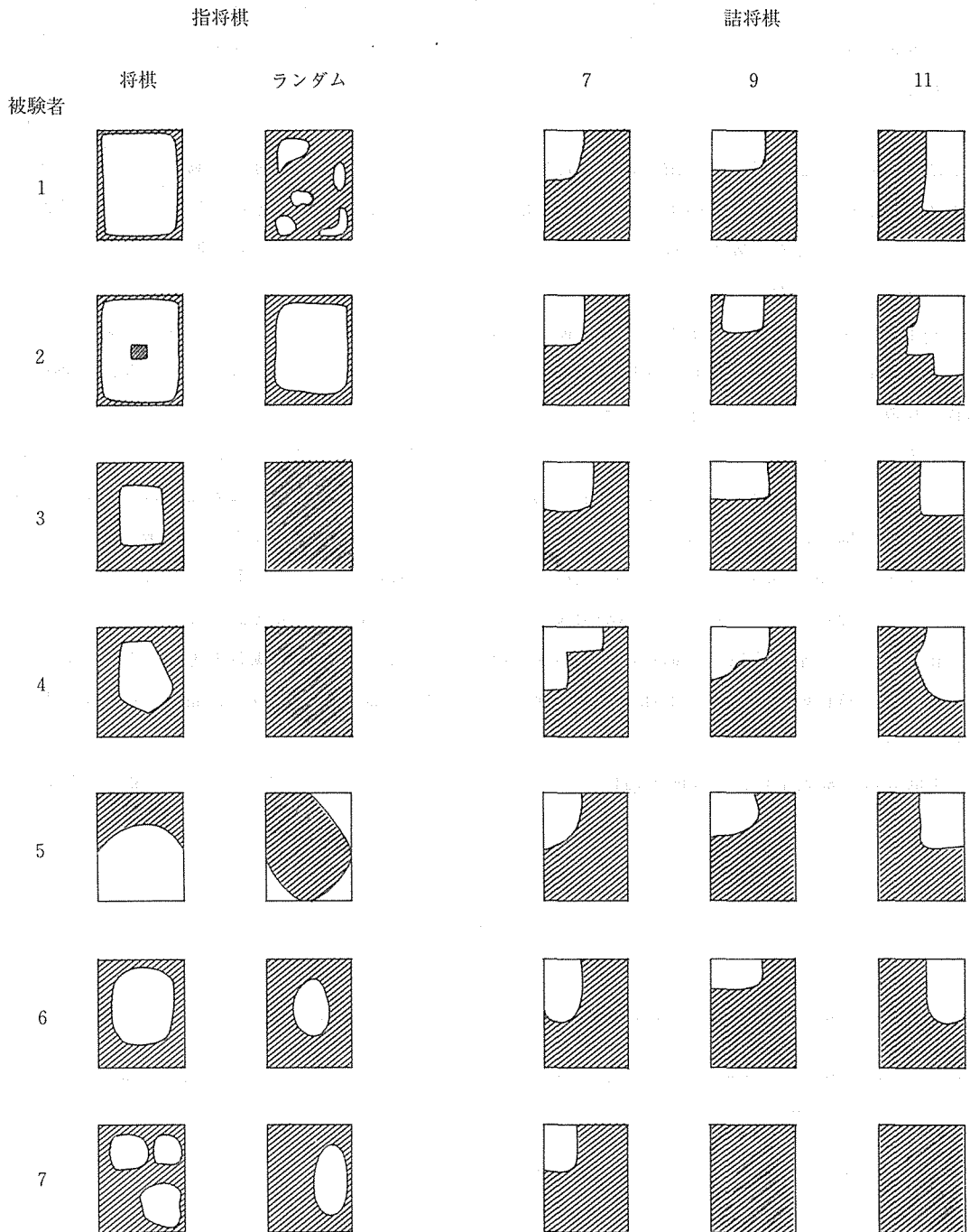


図7 指将棋課題、詰将棋課題で被験者がイメージできた盤面の範囲（空白部分）

な、イメージ化の困難性がアルファ波ピーク周波数の増加に繋がったものと考えられる。これに対して、将棋パタンでは対局の盤面が非常に生き生きとイメージに描かれ、被験者は対局の進行とともに盤面に集中することが可能となり、それがピーク周波数の低下となって反映されたものと推察される。

また、詰将棋では詰め手の数が増えて課題がむづかしくなるにつれて、ピーク周波数の増加傾向が認められた。詰将棋では、指し将棋とは異なり、駒をイメージの中で様々に動かしつつ打つ手を考えなければならない。このような積極的な駒の動きは、被験者の心的変換操作や、視覚的空間的なイメージの操作が必要とされる。この点、指し将棋のイメージ操作が試行の時間的経過とともに静的状態に近づくのにたいして、詰将棋のイメージ操作は次第に動的になるものと思われる。また、詰め手が7手から9手、11手と増えるに従って解決への過程が複雑となり、この傾向が強くなるものと思われる。アルファ波ピーク周波数が、11手で最も高い値となったのはこのような認知処理過程が反映されているものと考えられる。

一方、左右半球差については、詰将棋の最も容易な7手詰めではほとんど顕著な半球差が見られなかった。しかし、詰め手が9手や11手の場合には、半球差が出現した。この結果は、筆者が、課題が困難な場合にアルファ波ピーク周波数の半球差が一層顕著になると報告した結果と一致するものである (Osaka, 1984)。しかし、本実験では、半球差が被験者により、また同一被験者においても一定ではなかった。これは、課題が困難となった場合に、将棋の局面を試行錯誤して考える際、将棋イメージに基づく場合もあれば将棋の駒の動きを言語的に操作する場合もあったためではないだろうか。将棋の課題処理と半球差との関連については、言語的、或いは非言語的の干渉刺激を用いた研究がさらに必要であろう。

(本研究は京都大学教育学部博士過程の川口敦生氏の協力を得て行われた。記して、謝辞を表す。)

文献

- Chese, W. G. & Simon, H. A. 1973 Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55 - 81.
- Costello, C. G. & McGreor, P. 1957 The relationships between some aspects of visual imagery and alpha rhythm. *Journal of mental science*, 785 - 795
- De Groot, A. D. 1966 Perception and memory versus thought ; Some old ideas and recent findings. In B. Kleinmuntz (Ed.) *Problem solving*. New York : Wiley
- Eisenstadt, M. & Kareev, V. 1975 Aspects of human problem solving : The use of internal representations in D. A. Norman, D. E. Rumelhart & LNR Research group. *Explorations in cognition*, Freeman
- Golla, F., Hutton, E. L. & Walter, W. G. 1943 The objective study of mental imagery. *Journal of mental Science*, 89, 216 - 223
- Kasamatu, A. & Hirai, T. An electroencephalographic study of Zen meditation. 489 - 501
- Miller, G. A. 1956 The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63, 81 - 97
- 苅阪満里子, 1979 精神作業時の脳波のスペクトル分析, 心理学研究, 50, 45 - 48 .

- Osaka, M. 1984 Peak alpha frequency of EEG during mental task : Task difficulty and hemispheric difference. *Psychophysiology*, 21, 101 - 105
- 苅阪満里子, 梅本堯夫, 1980, BGM のアルファ波におよぼす効果, 脳波と筋電図, 8, 44
- Oswald, I. 1957, The EEG, visual imagery and attention. *Quarterly journal of experimental Psychology*, 113 - 118
- Reitman, J. S. 1976 Skilled perception in Go : Deducing memory structures from inter-response times. *Cognitive Psychology*, 8, 336 - 356
- Simon, H. A. & Gilmarin, K. 1973 A simulation of memory for chess positions. *Cognitive Psychology*, 5, 29 - 46.
- Walter, R. D. & Yeager, C. L. 1956 Visual imagery and electroencephalographic changes. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 8, 193 - 199
- 山崎正, 1982 瞑想深度と EEG 変動, 臨床脳波, 24, 708 - 714